

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Željka Goršić

# **PRIJENOS SNAGE KOD MOTORNIH VOZILA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional graduate study of Safety and Protection

Željka Goršić

# **TRANSMISSION TO THE MOTOR VEHICLE**

FINAL PAPER

Karlovac, 2019.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Željka Goršić

# **PRIJENOS SNAGE KOD MOTORNIH VOZILA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Marijan Brozović dipl. ing., v.p.

Karlovac, 2019.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / **specijalistički studij**: Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnost i zaštita  
(označiti)

Usmjerenje: **Zaštita na radu**

Karlovac, 06.12.2018.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: **Željka Goršić**

Matični broj: 0420415030

Naslov: **PRIJENOS SNAGE KOD MOTORNIH VOZILA**

Opis zadatka:

- proučiti elemente potrebne za prijenos snage kod motornih vozila
- opisati osnovne pojmove iz predmetnog područja
- objasniti kakve sve pogone imamo kod vozila
- sastavni dijelovi transmisije
- detaljan opis rada svakog od elemenata transmisije

Zadatak izraditi i opremiti sukladno Pravilniku o završnom radu VUK-a.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

06.12.2018.

15.04.2019.

29.04.2019.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Marijan Brozović, dipl.ing., v.p.

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se svom mentoru Marijanu Brozoviću dipl. ing., na velikom strpljenju i izvrsnoj komunikaciji kroz cijelo vrijeme nastajanja rada i na korisnim savjetima i uputama za pisanje ovog rada.

Zahvaljujem se svojem suprugu i sinu na razumijevanju i velikoj pomoći i podršci kroz cijelo vrijeme studiranja i pisanja ovog rada. Zbog njih sam imala poseban motiv privesti studiranje kraju u što kraćem roku.

Od srca zahvaljujem.

## **SAŽETAK**

Tema ovoga završnog rada je prijenos snage kod motornih vozila te ćemo tražiti odgovore na pitanja: Što je neophodno za vožnju i ispravno funkcioniranje vozila, odnosno njegovog motora pri prijenosu snage? U radu se do detalja obrađuju elementi neophodni za pravilan rad vozila, kako su isti izvedeni te koje vrste pogona poznajemo kod cestovnih vozila.

**Ključne riječi:** vozila, vožnja, motor, pogon

## **ABSTRACT**

The theme of this final work is the power transfer in motor vehicles and we will ask answers to questions: What is needed for the driving and proper functioning of the vehicle or its engine when power is transmitted? The paper deals with details necessary for the proper operation of the vehicle, how it is performed and which types of drives we know about road vehicles.

**Keywords:** vehicles, driving, motor, drive

# SADRŽAJ

ZADATAK.....	Error! Bookmark not defined.
PREDGOVOR.....	III
SAŽETAK.....	IV
SADRŽAJ.....	V
1. UVOD.....	1
1.1. Uvod u predmetno područje .....	1
1.2. Izvor problema za specijalistički rad .....	2
1.3. Cilj i zadaci specijalističkog rada .....	2
1.4. Metode korištene za izradu specijalističkog rada .....	2
1.5. Sadržaj i struktura rada .....	3
2. PRIJENOS SNAGE – TRANSMISIJA.....	4
3. VRSTE POGONA .....	5
3.1. Stražnji pogon .....	5
3.2. Prednji pogon .....	7
3.3. Pogon na sve kotače.....	8
3.4. Hibridni pogon .....	9
4. SPOJKE.....	10
4.1. Tarne spojke .....	11
4.1.1. Suha spojka sa zavojnim oprugama .....	12
4.1.2. Suha spojka s tanjurastom oprugom.....	13
4.1.3. Spojka s dva tanjura .....	16
4.1.4. Spojke s lamelama.....	17
4.1.5. Tanjur spojke .....	18
4.1.6. Aktiviranje spojke .....	19
4.1.7. Prazni hod spojke .....	19
4.2. Hidrodinamičke spojke .....	20
4.3. Elektromagnetska spojka .....	21
4.4. Centrifugalna spojka.....	22

4.5. Sustav automatske spojke .....	23
5. MJENJAČI STUPNJA PRIJENOSA.....	24
5.1. Zadaci .....	24
5.2. Konstrukcije ručnih mjenjača.....	24
5.3. Mjenjači sa sinkronim ogrlicama .....	25
5.4. Razvodni mjenjači .....	25
5.5. Planetarni mjenjač.....	26
5.6. Hidrodinamički pretvarač okretnog momenta .....	27
5.7. Automatski mjenjači .....	29
6. ZGLOBNI PRIJENOSNICI .....	30
6.1. Kardanski prijenos.....	31
6.2. Poluosovine.....	31
6.3. Zglobovi.....	32
7. ZAGONSKI PRIJENOSNIK.....	33
8. DIFERENCIJAL .....	35
8.1. Diferencijal sa stožnicima .....	35
8.2. Diferencijali s blokadom .....	37
9. ZAKLJUČAK .....	38
LITERATURA .....	39
POPIS SLIKA .....	40



# 1. UVOD

Tema završnog rada je prijenos snage kod motornog vozila. Na početku je potrebno definirati na koji način se prenosi snaga s motora na pogonske kotače, te kakve sve pogone imamo kod vozila. U radu će se predložiti opći podaci o prijenosu snage. Opisat ćemo izvedbu transmisije te ćemo detaljno opisati njene elemente. Kad je riječ o tome kako se snaga motora raspodjeljuje na kotače, kod cestovnih vozila razlikujemo pogone na stražnje kotače, prednje kotače te pogon na sve kotače, što će biti detaljno opisano. Transmisija motornog vozila podrazumijeva prijenos okretnog momenta motora na pogonske kotače, a transformirati će ga po veličini i smjeru djelovanja. Načelno se transmisija sastoji od spojke, mjenjača, glavnog prijenosnika, diferencijala i vratila pogonskih kotača.

## 1.1. Uvod u predmetno područje

Tema specijalističkog rada je prikaz prijenosa snage kod motornih vozila. Svrha i cilj je razumijeti kako rade motorna vozila te što je sve potrebno kako bi motorno vozilo bilo funkcionalno.

Povijest motornih vozila započela je 1885/1886. godine kada su Karl Benz i Gottlieb Daimler, neovisno jedan o drugome razvili motorom pogonjen trosjed (Benz) i motorom pogonjenu kočiju (Daimler). Ta vozila su započela revoluciju u prijevozu. Do predstavljanja jeftinog i industrijski proizvedenog Forda Model T motorna vozila nisu imala veliki utjecaj na putovanja kroz ruralna sredine niti na razvoj gradova. Prije Prvog svjetskog rata, motorna vozila su posjedovali uglavnom bogati koji su ih koristili za užitak. Prednosti vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem u odnosu na vozila sa konjskom zapregom prepoznata je tokom Prvog svjetskog rata, vojska je investirala golemu sredstva u motorna vozila, posebno kamione. Nakon rata, dostupnost viška kamiona te osoblja obučenog za vožnju i održavanje utječe na ubrzani prijelaz sa željezničkog na cestovni promet. Nakon Drugog svjetskog rata, rast osobnih prihoda u 1950-im godinama doveo je do rasta uporabe motornih vozila na svjetskoj razini. Na taj način je spoznata iznimna korisnost i pogodnost motornih vozila, posebno osobnih

automobila što je dovelo do vrlo brzog razvoja industrija koje se direktno ili indirektno bave razvojem i proizvodnjom motornih vozila i opreme za iste. Općenito, ako su ljudi mogli priuštiti automobil, kupili bi ga, čime su nesvjesno razvili životni stil ovisan o automobilu.

Motorna vozila su vozila na motorni pogon kojemu je osnovna namjena prijevoz osoba i stvari na cestama ili vuča priključnih vozila namijenjenih za prijevoz osoba i stvari, osim traktora te moto kultivatora i radnih strojeva. Stoga možemo reći da je motorno vozilo svako vozilo koje se pokreće snagom vlastita motora: osobni automobil, motocikl, moped, teretni automobil, autobus, i dr. U tu skupinu ne spadaju vozila koja se kreću po tračnicama i pomoćna pješačka sredstva.

### **1.2. Izvor problema za specijalistički rad**

Kako bismo razumjeli rad motornih vozila, neophodno je istražiti na koji se način vrši prijenos snage na istima te koji su elementi na vozilu potrebni za ispravan rad. Objedinjavanje teorije i konstrukcije motornih vozila u stjecanju znanja je neophodno. Znanje iz motornih vozila je vrlo važno za njihovo kvalitetno održavanje i logističku potporu. Suvremena tehnička rješenja vozila obrađena su postupno na stručan način.

### **1.3. Cilj i zadaci specijalističkog rada**

Cilj specijalističkog rada je opisati vrste motornih vozila te što je potrebno za prijenos snage, vrste pogona te elementi neophodni za transmisiju.

Zadaci specijalističkog rada su:

- proučiti motorna vozila
- opisati osnovne pojmove iz područja prijenosa snage i ispravnosti rada motornih vozila

### **1.4. Metode korištene za izradu specijalističkog rada**

Prilikom izrade rada, uz korištenje potrebnog materijala koji se prvenstveno odnosni na stručnu literaturu, zbornike radova s međunarodnih i domaćih znanstvenih i stručnih skupova te publikacije vezane za samu tematiku rada, primijenjene su sljedeće znanstvene metode: deduktivna metoda, metoda analize,

statistička metoda i metoda sinteze. Metodološki redoslijed primjenjivanja, kao i pojavljivanja rješenja kreće od koncepcije primjene.

Metode koje će biti korištene pri izradi ovog rada će se temeljiti na teorijskim saznanjima kao i na saznanjima iz svjetske i domaće prakse predmetnog područja.

### **1.5. Sadržaj i struktura rada**

Građa ovog rada podijeljena je u devet međusobno tematski povezanih dijelova u kojima je proučavana prijenos snage kod motornih vozila. UVOD u kojem se uvodi u predmetno područje te je ukratko prezentirana tematika rada, obrađivana problematika i svrha istraživanja te struktura i metodologija rada. Druga točka rada PRIJENOS SNAGE – TRANSMISIJA govori o teorijskim znanjima same transmisije te upoznaje s osnovnim elementima prijenosa snage kod motornih vozila. U trećoj točki opisane su VRSTE POGONA pa je tako spomenut stražnji pogon, prednji pogon, pogon na sve kotače i hibridni pogon. Četvrta točka radnog naziva SPOJKE govori o vrstama i ulozi spojki u prijenosu snage kod motornih vozila. MJENJAČI STUPNJA PRIJENOSA je peta točka koja pojašnjava zadatke, konstrukciju i ulogu mjenjača. Također su u toj točki opisane vrste mjenjača koje postoje. U šestoj točki koja nosi naziv ZGLOBNI PRIJENOSNICI govorimo o prijenosnicima pa tako opisujemo kardanski prijenos, polu-osovine i zglobove. ZAGONSKI PRIJENOSNIK je naziv sedme točke. Pod osmom točkom DIFERENCIJAL ćemo opisati ulogu i vrste diferencijala. Deveta točka je ZAKLJUČAK te je i konačni rezultat rada kojim isti završava, a koji predstavlja sintezu najvažnijih spoznaja i konstatacija do kojih se došlo istraživanjima u ovom radu.

## 2. PRIJENOS SNAGE – TRANSMISIJA

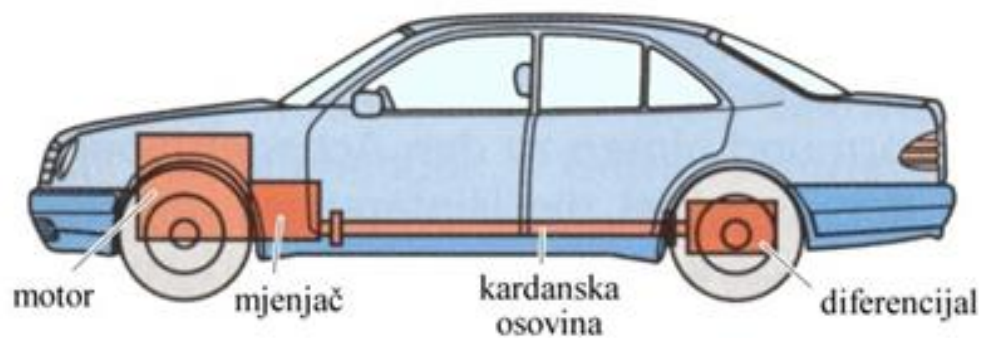
Osnovni dijelovi sustava za prijenos snage (sl. 1., *transmisije*) su:

- spojka
- mjenjač
- zagonski prijenosnik i diferencijal
- zglobovi i poluosovine

Zadatak transmisije je:

- promjena okretnog momenta i broja okretaja motora
- prijenos okretnog momenta na pogonske kotače

Snaga se od motora do kotača prenosi uz gubitke koje nije moguće izbjeći: snaga je na kotačima uvijek manja od snage motora na spojci.



Slika 1. transmisija vozila, stražnji pogon

### 3. VRSTE POGONA

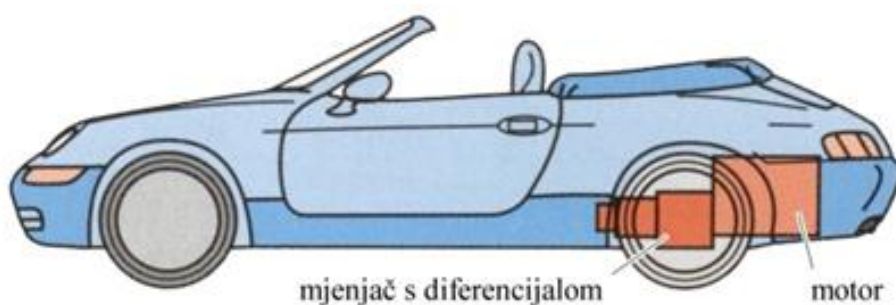
U ovisnosti o tome kako se snaga motora raspodjeljuje do kotača, kod cestovnih vozila razlikujemo:

- stražnji (Rear wheel drive)
- prednji pogon (Front wheel drive)
- pogon na sve kotače (all wheel drive)

#### 3.1. Stražnji pogon

Motor smješten naprijed najčešće je ugrađen na ili neposredno iza prednje osovine (sl. 2), rijetko ispred nje. Snaga s motora vodi se kardanskim vratilom do diferencijala na stražnjoj osovini. Na taj je način ostvarena povoljnija raspodjela težine na osovinama. Zbog kardanskog vratila tunel u podu putničkog prostora oduzima korisni prostor i smeta putnicima.

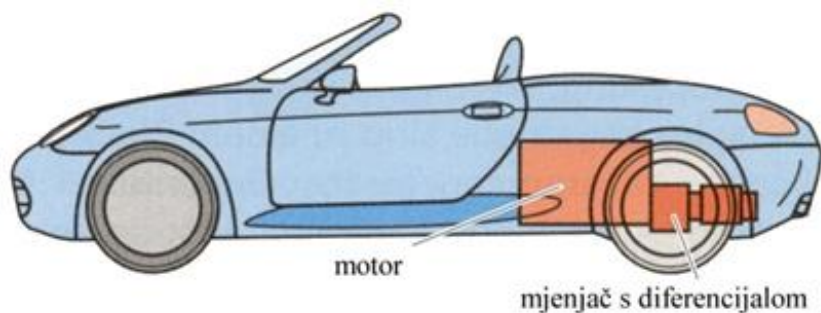
Transaxle je osobitost stražnjeg pogona: motor je smješten naprijed, a mjenjač i diferencijal na stražnjoj osovini. Vozilo se zbog ravnomjerne raspodjele težina na prednju i stražnju osovinu (50 % : 50 %) u zavojima ponaša neutralno.



*Slika 2. stražnji pogon, motor straga*

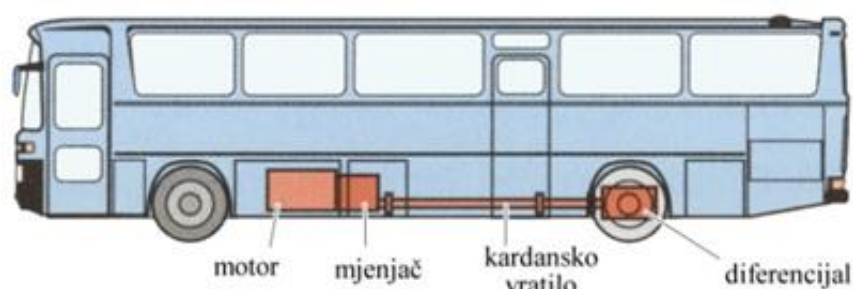
Motor može biti postavljen i na stražnjem dijelu vozila (Rear engine drive), iznad ili iza stražnje osovine. Ugradnjom bokser motora ne gubi se puno korisnog prostora. Nedostaci (ograničen prostor za prtljagu, problematičan smještaj spremnika

goriva, osjetljivost na bočne udare vjetro, sklonost zanošenju vozila – prevelik zaokret<sup>1</sup>) ograničavaju ugradnju motora na stražnjem dijelu vozila.



Slika 3. središnje smješten motor

Središnje smješten motor primjenjuje se za sportska i trkaća vozila. Motor se nalazi ispred stražnje osovine s povoljnijom raspodjelom težine na obje osovine (sl.3), a zbog težišta vozilo se ponaša neutralno. Nedostaci su teško dostupan motor i ograničen broj sjedećih mjesta (stražnje klupe nema ili je samo simbolična).



Slika 4. motor ispod poda

Motori smješteni ispod poda (sl.4) osobito su pogodni za autobuse (omnibuse) i teretna vozila. Motor postavljen približno u sredini vozila i čim bliže podlozi pridonosi povoljnijem položaju težišta vozila i ravnomjernom opterećenju osovina.

---

<sup>1</sup> Preveliki zaokret – vozilo u zavoju izbacuje stražnji kraj, pa se upravljačem mora *oduzimati*

Prednost je i dobra iskoristivost prostora, te dostupnost motora s donje strane vozila.

### 3.2. Prednji pogon

Motor je u prednjem dijelu vozila i može biti ispred, na prednjoj osovini i iza nje (sl.5). Motor, spojka, mjenjač i diferencijal čine jedan blok.

Prednosti ovakve konstrukcije su:

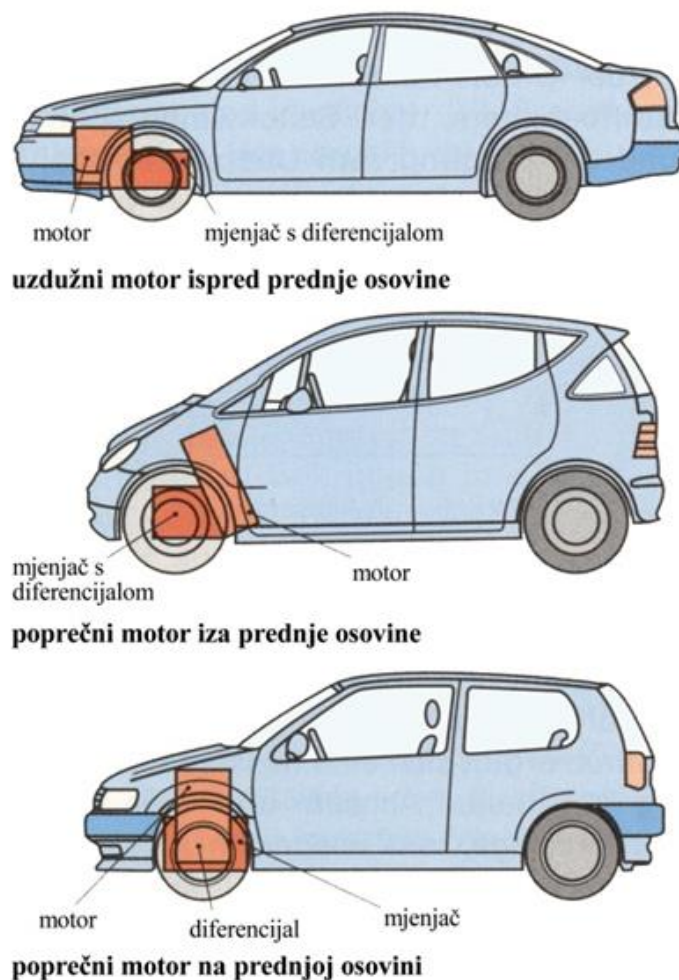
- manja težina vozila
- kraći put prijenosa sile do kotača (manji gubici)
- nema tunela u putničkom prostoru
- veliki prtljažnik
- kod poprečno ugrađenih motora jednostavan zagonski prijenosnik, manji prebačaj mase na prednju osovinu, veliki slobodni prostor za noge na prednjim sjedištima
- vozilo je stabilno jer pogonske sile vuku (ne guraju vozilo kao kod stražnjeg pogona).

Nedostaci su:

- nepovoljna raspodjela težine: veće opterećenje prednje osovine
- sklonost zanošenju vozila (premalen zaokret<sup>2</sup>)
- veće trošenje pneumatika prednje osovine.

---

<sup>2</sup> Premali zaokret – vozilo se u zavoju zanosi prednjim krajem, pa se upravljačem treba *dodavati*



*Slika 5. prednji pogon*

### 3.3. Pogon na sve kotače

Razlikujemo:

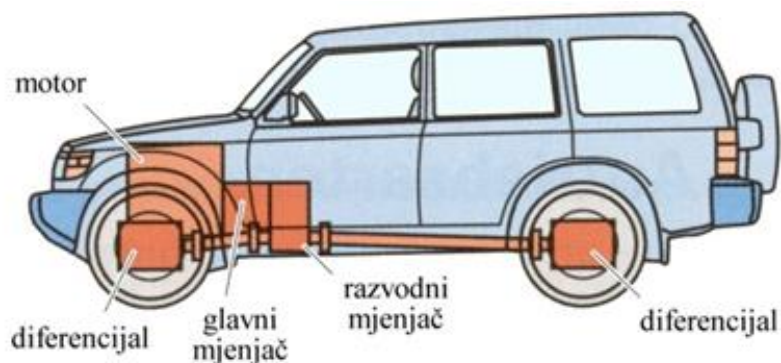
- permanentni ili stalni pogon
- povremeni pogon na sve kotače.

Kod permanentnog pogona obje se osovine stalno pogone. Kod osobnih vozila diferencijal stražnje osovine pogoni se kardanom iz razvodnog mjenjača. Centralni diferencijal izjednačava razliku broja okretaja prednje i stražnje osovine sprječavajući naprezanja i trošenje dijelova mjenjača i kotača.

Kod povremenog pogona iz razvodnog mjenjača pričvršćenog na glavni mjenjač ide po jedno kardansko vratilo na stražnji i prednji diferencijal (sl.6). U pravilu je pogon stražnje osovine permanentan, dok se prednji pogon uključuje po potrebi.



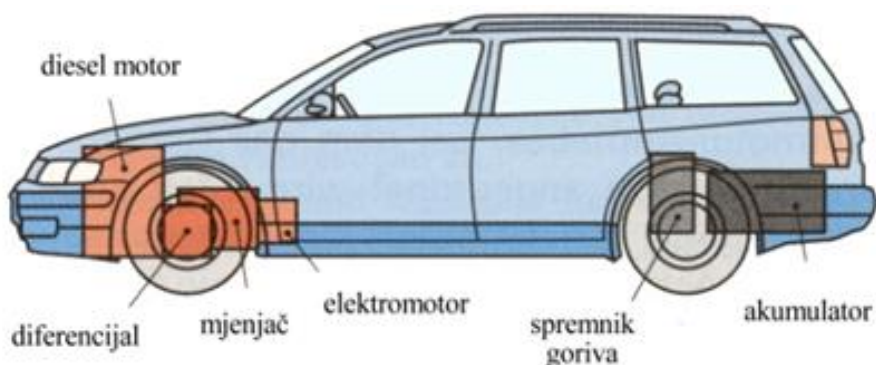
Diferencijali mogu biti opremljeni blokadom. U slučaju kvara na centralnom diferencijalu ne smije se voziti s pogonom na sve kotače. Glavčine sa spojka slobodnog hoda na prednjim kotačima sprječavaju okretanje polu-osovina i kardana pri isključenom pogonu prednje osovine.



Slika 6. terensko vozilo s pogonom 4WD

### 3.4. Hibridni pogon

To je takav pogon kod kojeg vozilo ima dva različita motora, npr. diesel motor za međugradsku vožnju i elektromotor za grad. Za pogon elektromotora ugrađuju se akumulatori s mogućnošću punjenja preko mrežnog napona ( $220\text{ V} \approx 50\text{ Hz}$ ), ili putem diesel motora kad elektromotor djeluje kao generator. Promjenu pogona moguće je izvesti i u samoj vožnji.



Slika 7. hibridni pogon

## 4. SPOJKE

U transmisiji vozila spojka predstavlja odvojivu vezu između motora i mjenjača koje omogućuju:

- prijenos okretnog momenta motora na mjenjač – u cijelom radnom području okretaja motora i u svim radnim uvjetima spojka mora prenijeti odgovarajući okretni moment na mjenjač,
- prekid toka snage s motora na mjenjač – odvajanjem mjenjača od motora olakšava se pokretanje hladnog motora: ulje u mjenjaču je zbog niskih temperatura viskoznije, pa su potrebne veće sile za pokretanje. Pri promjeni stupnja prijenosa uključni se dijelovi mjenjača rasterećuju čime je omogućena promjenu stupnja prijenosa bez udaraca i oštećenja dijelova mjenjača i motora,
- lagano i meko pokretanje vozila – pomoću kliznog trenja (klizanja) se pri pokretanju vozila izjednačuje broj okretaja motora između pokretnog zamašnjaka i nepokretnog ulaznog vratila mjenjača,
- prigušivanje udarnih naprezanja i torzijskih vibracija – vibracije nastaju . Vibracije se prigušuju prigušnim elementima (npr. torzijskim prigušnikom ili dvomasenim zamašnjakom), i
- zaštitu motora i transmisije od preopterećenja – spojka svojim klizanjem sprječava prijenos suviše velikih okretnih momenata, npr. pri blokiranju motora.

### *Vrste spojki*

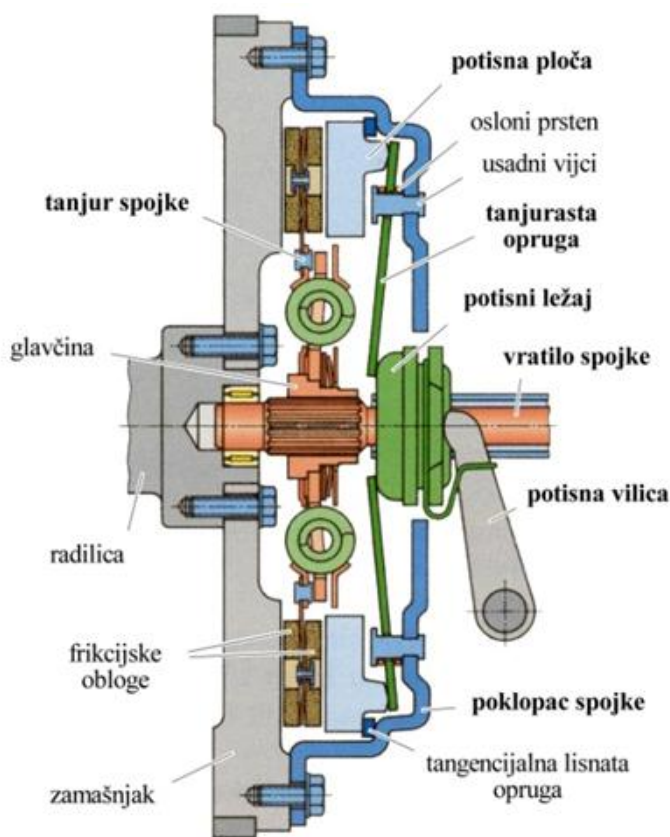
Spojke mogu biti aktivirane ručnom ili nožnom komandom, ali i automatski. Vrste spojki koje se ugrađuju u cestovna vozila su:

- tarne
- hidrodinamičke
- viskospojke
- elektromagnetske.

#### 4.1. Tarne spojke

Tarne spojke prenose okretni moment motora trenjem klizanja između pogonskog i pogonjenog dijela. Pogonski dio spojke na motornim vozilima je zamašnjak, a pogonjeni dio uzdužno je pomičan i montiran na vratilu spojke. Okretni moment, odnosno snaga koju prenose ove spojke, ovisi o tlačnoj sili kojom su tarne površine priljubljene, koeficijentu trenja, srednjem radijusu i broju okretaja.

U ovisnosti o tome kako se proizvodi sila, tarne spojke mogu biti mehaničke, hidrauličke, elektromagnetske i pneumatske.



*Slika 8. Konstrukcija tarne spojke s jednim tanjurom*

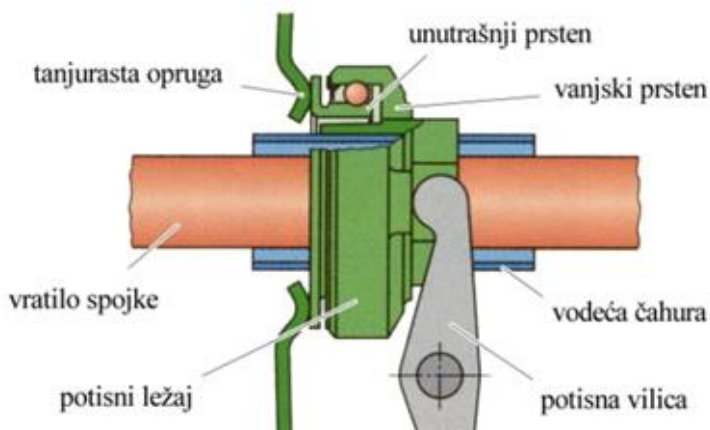
Osnovni dijelovi jedne tarne suhe spojke s tanjurastom oprugom i s jednim tanjurom su:

- kućište spojke (poklopac ili korpa)
- tanjur spojke (disk ili ploča)
- potisni ležaj
- potisna ploča.

Tanjur spojke - prenosi okretni moment sa zamašnjaka i potisne ploče na vratilo spojke (ulazno vratilo mjenjača). U najjednostavnijem obliku čine ga glavčina i noseći lim na kojeg su obostrano zakovane ili zalijepljene tarne obloge. Glavčina tanjura leži na ozubljenju vratila spojke i uzdužno je pomična.

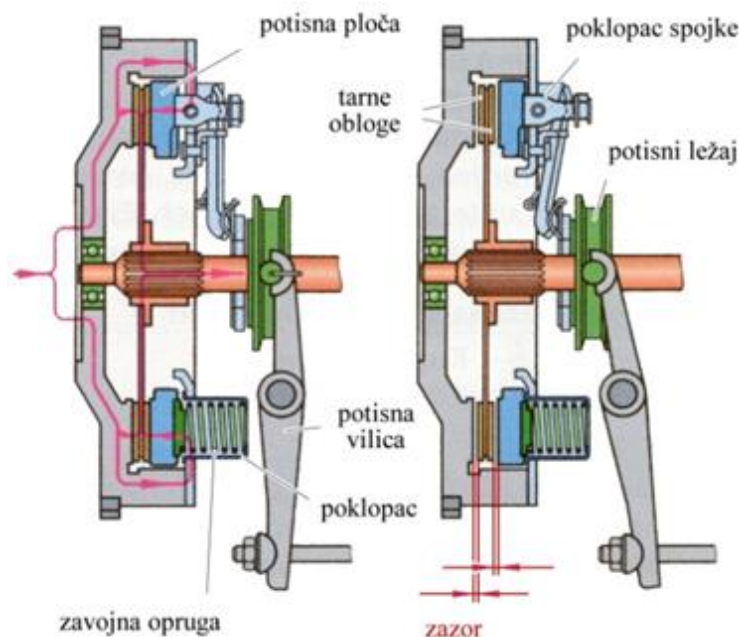
Najčešće ugrađivan centralno vođeni potisnik (sl.9) ima:

- vodeću čahuru
- potisni ležaj
- potisnu vilicu.



*Slika 9. centralno vođeni potisnik*

Spojka sa zavojnim oprugama (sl.10) danas se ugrađuje na teška teretna vozila, traktore i sl. Ne koristi se u osobnim vozilima.



Slika 10. spojka sa zavojnim oprugama

U korpi spojke nalazi se više limenih lončića koji služe za smještaj zavojnih opruga spojke.

Spojka uključena – preko potisne ploče zavojne opruge pritišću tanjur spojke na zamašnjak. Stvorena tlačna sila daje potrebnu silu trenja za prijenos okretnog momenta.

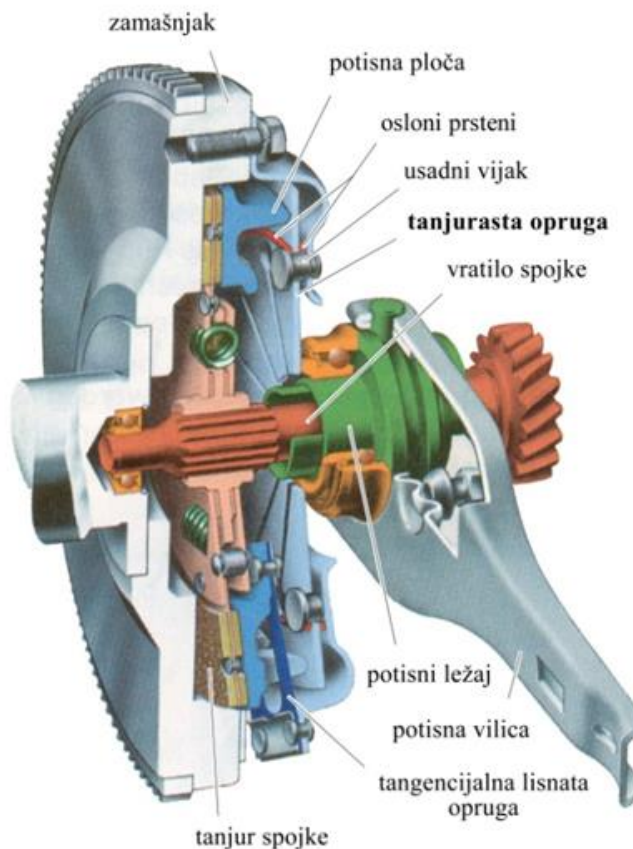
Spojka isključena – polugom pojačana potisna sila opire se sili opruga. Potisna ploča udaljava se od obloga tanjura spojke.

Osobitosti ovakve konstrukcije su:

- ima veću težinu i zauzima više mjesta
- ne podnosi visoke brojeve okretaja
- složeno održavanje
- trošenjem obloga pada sila potiska pa može doći do
- proklizavanja
- sila na papuču spojke povećava se s hodom.

#### 4.1.2. Suha spojka s tanjurastom oprugom

Ovakva se spojka ugrađuje u osobna i laka teretna vozila. Na (sl. 11) vidljiva je konstrukcija suhe spojke s tanjurastom oprugom



Slika 11. Suha spojka s tanjurastom oprugom

Ugrađena tanjurasta opruga s radijalnim prorezima poduprta je s dva oslona prstena koji su pričvršćeni razmačnim zaticima na više mjesta po obodu korpe. Opruga i prstenovi tvore dvokraku polugu: kad je spojka uključena tanjurasta opruga tako je izvijena da pritišće potisnu ploču na obloge. Potisna ploča spojena je preko tangencijalnih lisnatih opruga s kućištem spojke.

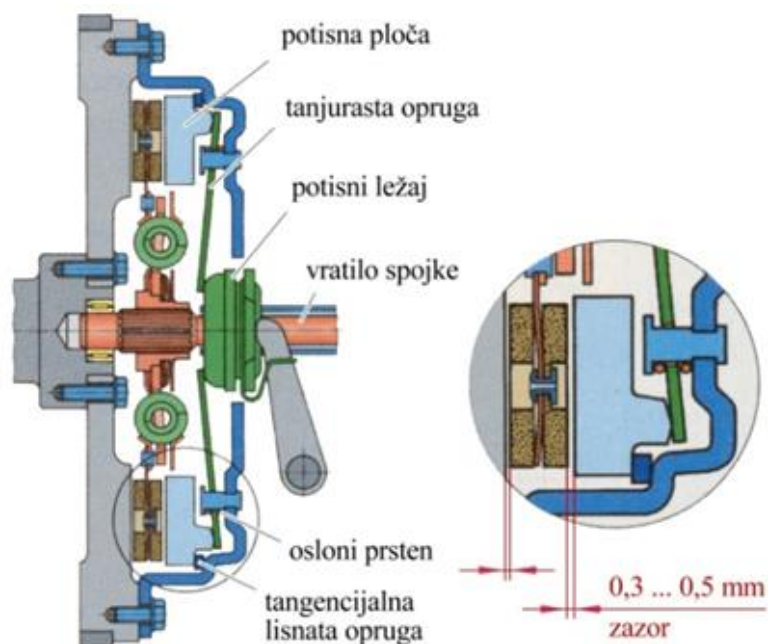
#### *Princip rada*

Stvoreno trenje omogućuje prijenos okretnog momenta na mjenjač. Veličina okretnog momenta kojeg se može prenijeti ovisi o:

- sili opruge
- koeficijentu trenja obloga i ploče, odnosno zamašnjaka
- srednjem radijusu obloga
- broju obloga.

Spojka isključena (sl. 12) - pritiskom na papuču spojke potisna vilica gurne ležaj na jezičke tanjuraste opruge. Tanjurasta opruga izviji se na drugu stranu

(dvokraka poluga!) i odvoji potisnu ploču od obloga (tangencijalne lisnate opruge odvajaju ploču). Prijenos snage je prekinut i pojavljuje se zazor spojke (sl. 12).



Slika 12. spojka s tanjurastom oprugom, isključena

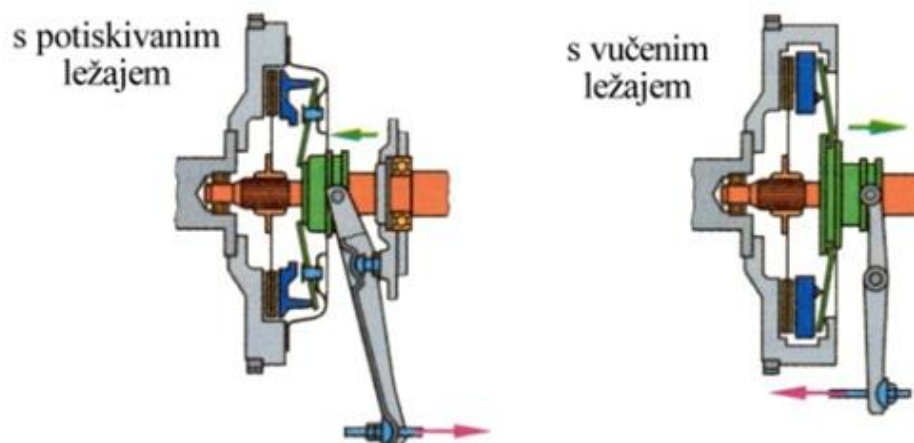
Zazor spojke (sl. 12) - ukupan zazor pri odvojenoj spojci sastoji se iz zračnosti između:

- obloge i zamašnjaka
- obloge i potisne ploče.

Prema načinu odvajanja spojke mogu biti:

- s potiskivanim ležajem (sl. 12 i 13) – ležaj se potiskuje prema zamašnjaku. Tanjurasta opruga je dvokraka poluga, a leži između dva oslonca prstena
- s vučenim ležajem (sl. 13) - ležaj se povlači prema mjenjaču. Pritom jezičci tanjuraste opruge zahvaćaju u utor ležaja. Opruga je jednokraka poluga oslonjena svojim vanjskim rubom na kućište spojke preko jednog oslonog prstena.





Slika 13. izvedbe potisnih ležajeva

#### 4.1.3. Spojka s dva tanjura

Da bi se mogao prenijeti veći okretni moment potrebno je povećati silu opruge, koeficijent trenja, radijus obloga ili broj obloga.

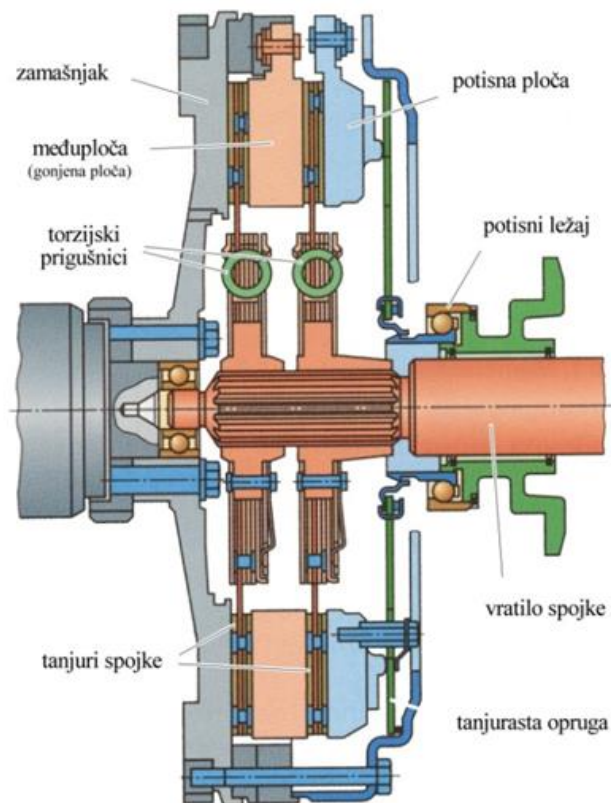
Poveća li se sila opruge pojavljuju se dva problema: vozač mora svladati veću silu, a isto tako i aksijalni ležaj radilice. Koeficijent trenja ne može se značajno povećati, a veći radijus obloga vodi većim gabaritima spojke.

Najjednostavnije je povećati površinu većim brojem obloga. Ugradnjom dvije ploče (sl. 14) moguće je prenijeti dvostruko veći okretni moment u odnosu na ekvivalentnu spojku s jednom pločom.

Spojka uključena - Potisna sila tanjuraste opruge priljubljuje potisnu ploču, tanjur do mjenjača, među-ploču, tanjur do zamašnjaka i zamašnjak zajedno. Ukupna sila trenja dobije se s 4 frikcijska para, a stvorena zakretna sila na efektivnom radijusu dva tanjura spojke omogućuje prijenos okretnog momenta.

Spojka isključena - Pritiskom na papuču spojke potisni se ležaj povlači udesno i nadvladava silu potisne opruge. Potisna ploča odvaja se od tanjura i prekida tok snage.





Slika 14. Spojka s dva tanjura

#### 4.1.4. Spojke s lamelama

Spojke s lamelama imaju veći broj ploča – lamela. Lamele su paketi tankih obloženih ili neobloženih čeličnih ploča. Frikcijske obloge mogu biti iz metala ili sinter materijala. Metalne površine lamela moraju biti podmazivane, inače bi se priličile i ne bi ih bilo moguće razdvojiti. Stoga lamele obično rade kao podmazane (mokre).

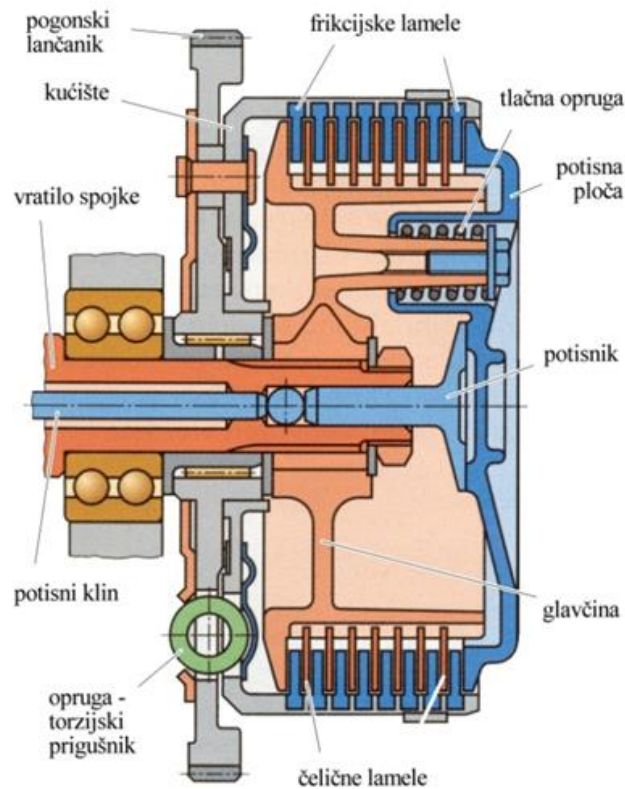
Pogonske lamele (vanjske, frikcijske sinter obloge) učvršćene su na tijelu spojke, dok su pogonjene lamele (unutarnje, čelične gole) učvršćene na glavinu vratila spojke. Paket lamela obično se nalazi u ulju.

Potisna je ploča povezana s glavinom i na sebi ima niz zavojnih opruga.

Spojka uključena – sila tlačnih opruga drži potisnu ploču na frikcijskim i čeličnim lamelama. Zahvaljujući sili trenja koja se razvija između vanjskih i unutrašnjih lamela, glavina i korpa spojene su, i spojka prenosi okretni moment.

Spojka isključena – potisni ležaj gura potisnu ploču preko klina i potisnika. Potisna ploča opire se sili opruga i odvaja se od lamela. Prekida se tok snage (pogonski

zupčanik/lančanik – tijelo spojke – vanjsko učvršćene frikcijske lamele – unutarnje pričvršćene čelične lamele – glavina i tlačna ploča – vratilo spojke).



Slika 15. Spojke s lamelama

#### 4.1.5. Tanjur spojke

Zadaci tanjura spojke su:

- prijenos okretnog momenta sa zamašnjaka na ulazno vratilo mjenjača
- mekano uključivanje bez trzaja
- prigušivanje torzijskih vibracija.

Osnovni dijelovi tanjura su:

- nosač obloga (noseća ploča)
- ozubljena glavčina s obodom
- tarne obloge
- elastična podloga (valovita opruga)
- prigušivač torzijskih vibracija (zavojne opruge).

#### *4.1.6. Aktiviranje spojke*

Kod cestovnih vozila spojkom se može upravljati mehanički, hidraulički i električki (kod elektromagnetskih spojki).

##### *Mehanički prijenos sile*

Mehanička se sila prenosi s papuče spojke na vilicu i potisni ležaj preko čeličnog užeta (sajle) ili sponama. Konstrukcija papuče, vilice i spojke je tako usklađena da sila na papuči ne prelazi granične dopuštene vrijednosti, kao ni da hod papuče ne bude prevelik.

##### *Hidraulički prijenos*

Hidraulički dio čine:

- glavni cilindar (davač)
- radni cilindar (izvršni)
- hidrauličke cijevi (krute i savitljive)
- hidraulička tekućina.

Pri isključivanju spojke mehanička se sila s pedale prenosi na tlačni trn, te preko njega na klip glavnog cilindra. Porast tlaka u davaču prenosi se cijevima do radnog cilindra. Klipnjača radnog cilindra preko vilice gura potisni ležaj i isključuje spojku. Puštanjem papuče, sila tanjuraste opruge spojke vraća klipnjaču i klip radnog cilindra, te klip glavnog cilindra u početni položaj. Pritisak noge na papuču može biti na određenom dijelu puta potpomognut pomoćnom oprugom.

Prednosti hidrauličkog prema mehaničkom prijenosu sile su:

- jednostavan prijenos na veće udaljenosti (npr. motor straga)
- pojačanje sile i u hidrauličkom dijelu
- prijenos sile gotovo bez gubitaka (u hidrauličkom dijelu).

#### *4.1.7. Prazni hod spojke*

Uslijed habanja obloga spojke potisna ploča primiče se zamašnjaku. Kako je tanjurasta opruga dvokraka poluga, taj se pomak očituje kao približavanje jezičaka opruge potisnom ležaju. To znači da se trošenjem obloga prazni hod spojke smanjuje. Prazni se hod mora pravovremeno regulirati da bi se spriječilo nalijezanje tanjuraste opruge na potisni ležaj: smanjila bi se sila nalijezanja potisne ploče, pa bi spojka mogla proklizati.

Toplina proizvedena trenjem uništava obloge, a tanjurasta opruga slabi. Isto tako, uslijed pregrijavanja može se izviti i zamašnjak.

Prazni hod kod mehaničkog prijenosa sile iznosi 1 do 3 mm na ležaju, odnosno 10 do 30 mm mjereno na papuči spojke. Regulacija praznog hoda izvodi se regulacijskom maticom na potisnoj vilici ili na samoj papuči spojke.

#### *Spojka bez praznog hoda*

Kod takvih spojki prazni hod je nepotreban, jer se pri trošenju obloga mehanizam sâm podešava.

Mehanički aktivirane spojke - trošenjem obloga sajla se na potisnoj poluzi prevlači (duži se). Povratom papuče spojke (spojka uključuje) kavez se zbog stegača pomiče na dolje, pa se oslobađa blokirajući konus. Čahura sajle se deblokira i uđe u kućište mehanizma čime se kompenzira habanje obloga.

### **4.2. Hidrodinamičke spojke**

Hidrodinamička je spojka kombinacija pumpe i turbine. Pričvršćena je na zamašnjak motora i ne povećava okretni moment motora.

Osnovni dijelovi su (sl. 16):

- pumpno kolo
- turbinsko kolo
- kućište i hidrauličko ulje.

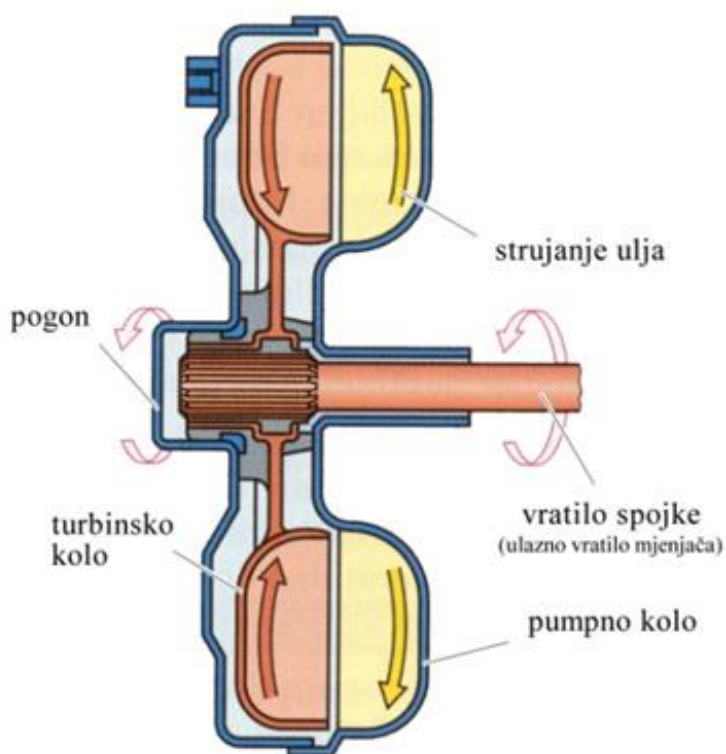
Lopaticice pumpnog kola čvrsto su vezane s kućištem. Okretanjem zamašnjaka okreće se i pumpno kolo dovodeći u strujanje hidrauličku tekućinu (prijenosnik energije: prenosi kinetičku energiju na turbinsko kolo vezano na vratilo spojke). Centrifugalna sila tjera tekućinu od sredine prema vanjskom obodu. Kad turbina miruje, na ulje u tom kolu ne djeluje centrifugalna sila, pa je tekućina iz pumpe potiskuje prema središtu gdje opet prelazi u pumpu. Tako nastaje kruženje tekućine sve dok postoji razlika u broju okretaja pumpe i turbine. Kako turbina uvijek ima nešto niži broj okretaja, to tekućina neprestano kruži i predaje turbini dio zamaha od pumpe.

Pumpa i turbina imaju nejednak broj lopatica: radi narušavanja toka ulja i neistovremenog prolaza lopatica. Pri pokretanju vozila klizanje između pumpnog i turbinskog kola je najveće, pa je i najveća razlika između momenata na ulazu i izlazu spojke.

Hidrodinamička spojka služi kao spojka za pokretanje vozila. Prednosti su joj:

- meko uključivanje
- rad bez habanja
- gotovo potpuno prigušivanje torzijskih vibracija i udaraca
- pri malim brojevima okretaja može se kočiti i bez isključivanja mjenjača.

Za sinkrone mjenjače je uz hidrodinamičku spojku potrebno ugraditi još i tarnu spojku, Naime, kod hidrodinamičkih spojki nije moguće potpuno isključiti tok snage od motora prema mjenjaču. Kod mjenjača s planetarnim zupčanicima tarna spojka se ugrađuje radi povećanja iskoristivosti spojke.



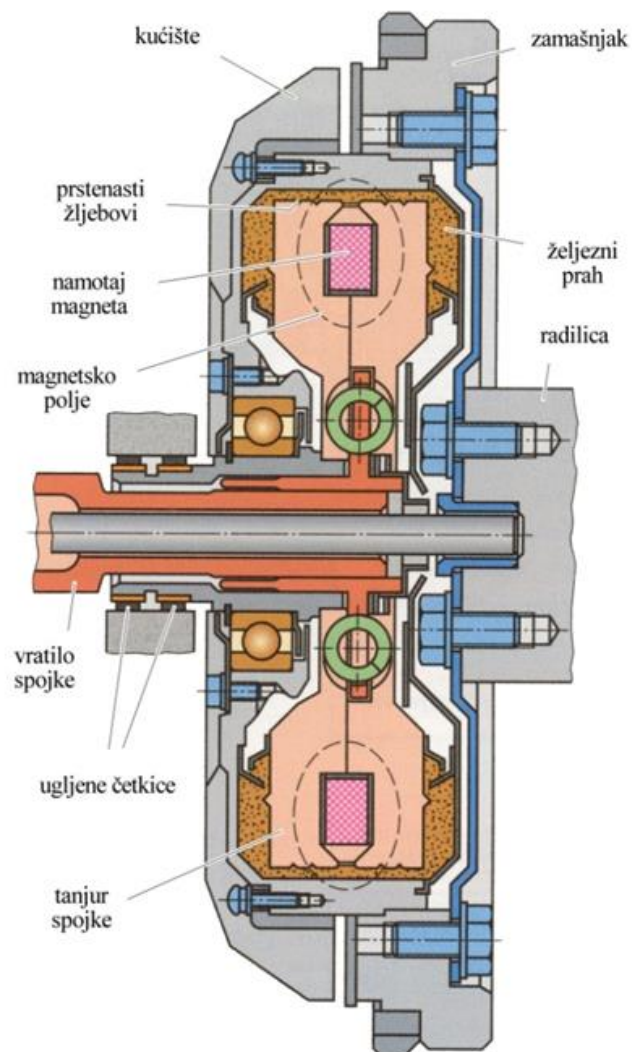
Slika 16. hidrodinamička spojka

#### 4.3. Elektromagnetska spojka

Elektromagnetske spojke s feromagnetskim prahom ugrađuju se u osobna vozila s kontinuiranim automatskim mjenjačima kao spojke za pokretanje vozila.

U tanjur spojke ugrađen je elektromagnet spojen na strujni krug. U zračnom procijepu između tanjura (rotora) i kućišta spojke nalazi se fini feromagnetski prah. Želi li se prijenos okretnog momenta, mora se uključiti struja kako bi elektromagnet

stvorio magnetsko polje i magnetizirao prah. Što je jača struja to je i magnetsko polje jače, pa je manje klizanje tanjura spojke. Jakošću struje upravlja elektronički sklop na temelju broja okretaja motora, brzine vozila i položaja papuče gasa.



Slika 17. elektromagnetska spojka

#### 4.4. Centrifugalna spojka

Centrifugalne spojke spadaju u automatske spojke kod kojih se samo-radno djelovanje postiže centrifugalnom silom. Primjenjuju se u mopedima (do 50 ccm i najveće dopuštene brzine 50 km/h).

#### **4.5. Sustav automatske spojke**

Automatske ili samo-radne spojke su one spojke koje regulirano ili neregulirano uključuju neovisno o volji čovjeka. Kako vozač nema nadzora nad radom spojke vozilo ima samo papuče gasa i kočnice. Automatske spojke aktiviraju se u ovisnosti o praćenim parametrima.

Parametri na temelju kojih upravljački sklop aktivira spojku su:

- kontakt paljenja
- broj okretaja motora
- prepoznavanje stupnja prijenosa
- prepoznavanje namjere promjene stupnja prijenosa
- položaj papuče gasa
- brzina vozila
- ABS/ASR signali
- brzina i hod potisnika.

Dijelovi sustava automatske spojke su:

- spojka – tarna spojka s tanjurastom oprugom i hidrauličkim centralnim potisnikom
- senzori – prate parametre i šalju elektroničkom sklopu
- upravljački sklop – obrađuje sve signale senzora i odlučuje o promjeni stupnja prijenosa
- aktori – elektromotor s pužnim prijenosom, glavni i izvršni cilindar.

## 5. MJENJAČI STUPNJA PRIJENOSA

Mjenjač se nalazi između spojke i diferencijala, a pretvara i prenosi okretni moment i broj okretaja motora.

### 5.1. Zadaci

- promijeniti broj okretaja
- povećati i prenijeti okretni moment motora
- omogućiti rad motora uz zaustavljeno vozilo (prazni hod)
- promijeniti smjer okretanja i omogućiti vožnju unazad.

Motori s unutarnjim izgaranjem rade u području između od-ređenog najmanjeg i najvećeg broja okretaja, i samo u njemu mogu dati potreban okretni moment za savladavanje otpora vožnje

### 5.2. Konstrukcije ručnih mjenjača

Prema toku snage mjenjači (sl. 18.) mogu biti:

- istoosni
- raznoosni.

Prema broju vratila u mjenjaču:

- s dva vratila (raznoosni)
- s tri vratila (istoosni).

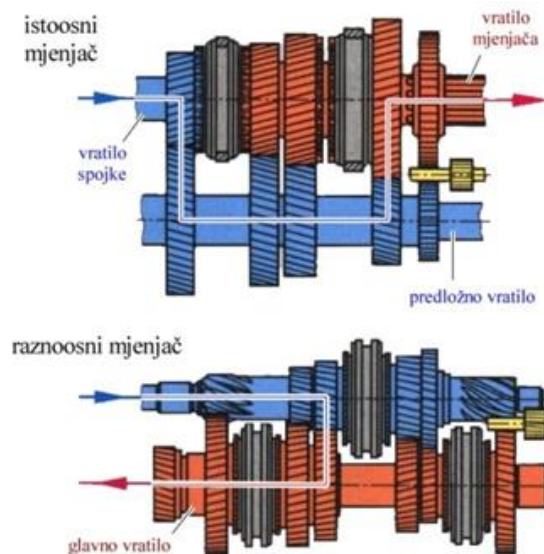
Prema konstruktivnim dijelovima koji slobodne zupčanike (uključne) drže u čvrstoj vezi s njihovim vratilima:

- mjenjači sa sinkronim ogrlicama
- mjenjači s kandžastim spojkama.

Prema sinkronizaciji:

- sinkronizirani
- nesinkronizirani.





Slika 18. istoosni i raznoosni mjenjači

### 5.3. Mjenjači sa sinkronim ogrlicama

Tok snage između uključnog (slobodnog) zupčanika i vratila mjenjača odvija se preko sinkronih ogrlica, čvrsto spojenih na vratilo preko sinkron tijela. Svi parovi zupčanika stupnjeva prijenosa za vožnju naprijed u stalnom su zahvatu, što znači da su pojedini zupčanici slobodno okretni na vratilima (uključni zupčanici). Zupčanici su aksijalno nepomični, pa imaju koso ozubljenje. Stoga su tiši u radu (više zuba u zahvatu) i mogu se više opteretiti (veća duljina zahvata zuba). Osim toga, zupčanici imaju vanjski ozubljeni vijenac kojeg zahvaća ozubljeni vijenac sinkrona.

### 5.4. Razvodni mjenjači

Mjenjački prijenosnici na motornim vozilima mogu se svrstati u dvije osnovne grupe:

- glavni mjenjački prijenosnici (mjenjači)
- dopunski prijenosnici.

Glavni mjenjači imaju veće mogućnosti promjene prijenosnih omjera. Njihov je zadatak omogućiti čim bolje vučne karakteristike u uobičajenom području eksploatacije vozila. Mjenjač je neophodan u vozilima s motorima s unutrašnjim izgaranjem.

Dopunski prijenosnici ugrađuju se kad se od motornog vozila zahtijevaju povoljnije karakteristike u širokom radnom području, i mogu biti:

- brzinski – omogućuju postizanje maksimalnih brzina uz što veću ekonomičnost vožnje. Ugrađuju se na terenska i privredna vozila (prijevoz putnika i robe, vučna vozila)
- razvodni – razvode snagu (okretni moment) na više pogonskih mostova (osovina)
- vučni – postiže se veća ekonomičnost pri najvećim vučnim silama
- reduktorski – odvode snagu na priključke radnih agregata. Ugrađuju se na poljoprivredna i građevinska vozila.

#### *Konstrukcije razvodnih mjenjača*

S konusnim zupčanicima – razvode snagu na diferencijale osovina u jednakim dijelovima, i mogu biti dodatno opremljeni s lamelastim diferencijalom,

Torzijski diferencijal – razvode snagu u neblokiranom stanju na diferencijale osovina u jednakim dijelovima, i djeluju samostalno kao diferencijal,

Planetarni mjenjači – raspodjeljuju okretni moment u različitom omjeru (npr. 35 % na prednje i 65 % na stražnje kotače). Moguća je ugradnja brzinskog prijenosnika.

### **5.5. Planetarni mjenjač**

Osnovni dijelovi jednostavnog planetarnog mjenjača (sl. 19) su:

- sunce ili sunčanik
- kolutni zupčanik s unutrašnjim ozubljenjem
- planetarni zupčanci (sateliti, planeti ili trkači)
- jaram ili nosač planeta.

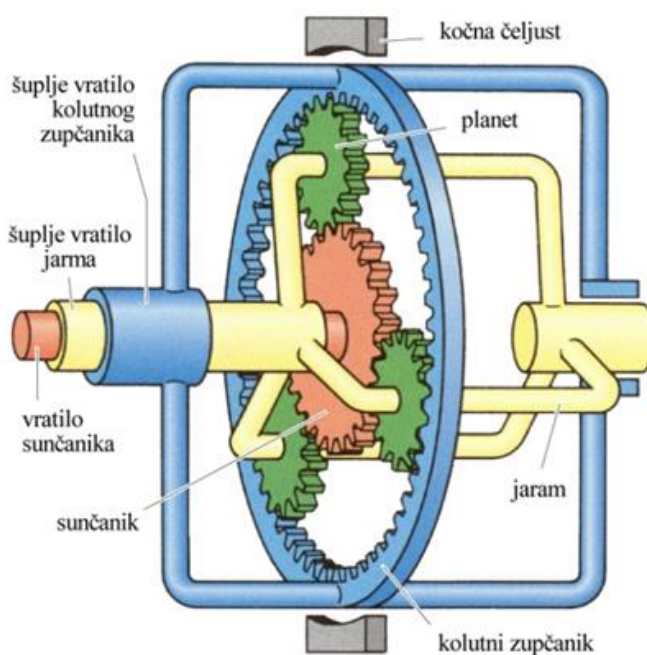
Planeti su svojim vratilima učvršćeni na jaram i odvaljuju se po unutrašnjem ozubljenju kolutnog zupčanika i vanjskom ozubljenju sunca. Svi zupčanci nalaze se u stalnom zahvatu. Sunčanik, jaram i planeti mogu biti kako gonjeni, tako i zakočeni. Pogon se odvija preko kolutnog zupčanika ili jarma.

Različiti stupnjevi prijenosa dobiju se kočenjem nekog od nepogonjenih zupčanika planetarija. Izlaz snage uzima se s dijela koji nije niti kočen niti pogonski.

Stupnjevi prijenosa - moguće je postići 5 prijenosa naprijed i 2 prijenosa nazad (obrnuti smjer rotacije).

Pogon - prijenos snage između motora i pojedinih članova planetarija uspostavlja se preko lamelastih spojki (pogonske spojke).

Blokiranje - pojedini dijelovi planetarija blokiraju se lamelastim spojkama (kočne spojke) ili pojasnim kočnicama.



Slika 19. jednostavni planetarij

## 5.6. Hidrodinamički pretvarač okretnog momenta

Većina vozila s automatskim mjenjačima opremljena je hidrodinamičkim pretvaračima okretnog momenta (tzv. Fottingerovom spojkom) koji automatski povećavaju okretni moment motora. Povećanje okretnog momenta ima praktički jednak učinak kao mehaničko uključivanje nižeg stupnja prijenosa. Pretvarač okretnog momenta je dodatni mjenjač koji djeluje prije nego se pogonska snaga motora prenese do mehaničkog mjenjača.

Zadaci hidrauličkog pretvarača okretnog momenta su:

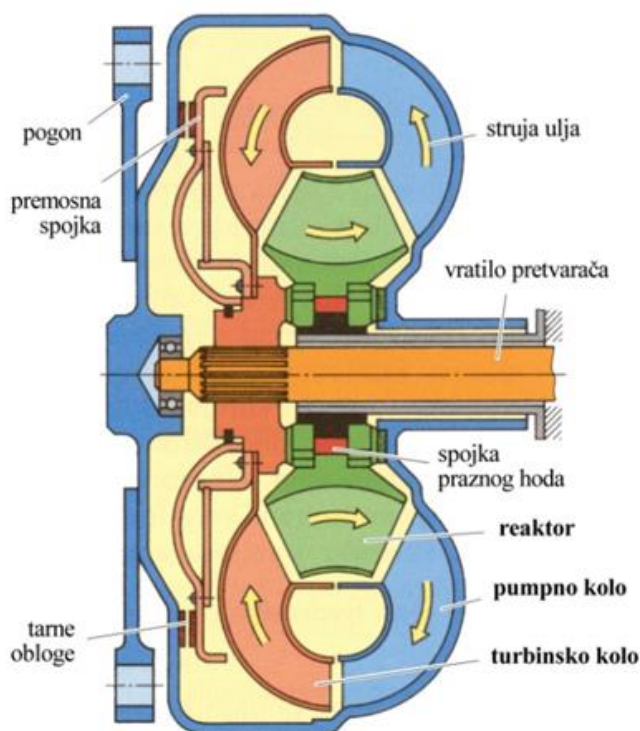
- promijeniti i prenijeti okretni moment
- mekano pokretanje vozila
- prigušivanje torzijskih vibracija.

Osnovni dijelovi hidrauličkog pretvarača (sl. 20) su:

- pumpno kolo
- turbinsko kolo
- reaktor (usmjerivač strujanja) sa spojkom slobodnog hoda
- premosna spojka.

Slično kao hidrodinamička spojka, i hidrodinamički pretvarač ima motorom pokretan rotor pumpe i rotor turbine koji se nastavlja u vratilo za pokretanje mjenjača. Ali kod pretvarača okretni moment rotora turbine može biti veći nego okretni moment motora. To osigurava reaktor s lopaticama koji se nalazi između pumpnog i turbinskog kola. Pri malom broju okretaja posebna spojka slobodnog hoda osigurava čvrstu vezu reaktora s kućištem.

Reaktor, pumpno i turbinsko kolo imaju zavijene lopatice i nalaze se u kućištu s određenom količinom hidrauličkog ulja.



Slika 20. hidrodinamički pretvarač okretnog momenta

## **5.7. Automatski mjenjači**

Razlikujemo:

poluautomatske (automatizirani) – isključenje prijenosa okretnog momenta (isključenje spojke) je automatsko (servomotorom), a promjena stupnja prijenosa voljom vozača (ručno) i

automatske mjenjače – promjena stupnja prijenosa je automatska, bez isključenja spojke. Automatski mjenjači mogu biti s konačnim (diskretni, planetarni) i beskonačnim brojem prijenosnih omjera (kontinuirani, mjenjači s lančanim prijenosom).

## 6. ZGLOBNI PRIJENOSNICI

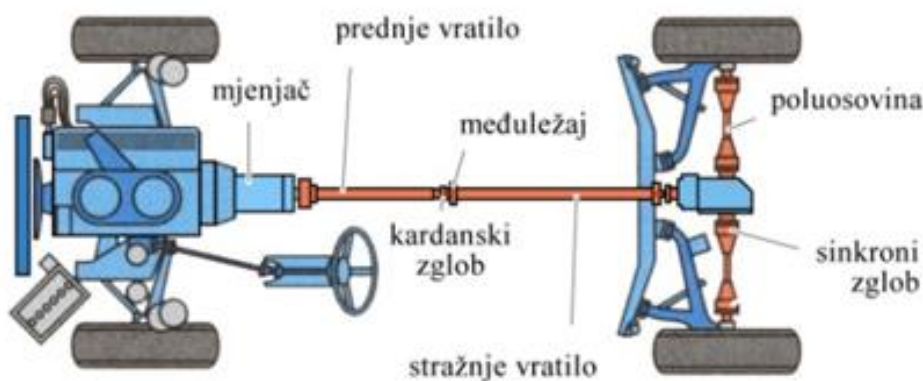
Zglobni prijenosnici dio su transmisije koji omogućuju prijenos okretnog momenta i u slučaju kad se vratila ne nalaze u istoj osi. Pomak vratila može biti konstantan ili promjenljiv, kutni ili translacijski (aksijalni i radijalni). U zglobne prijenosnike spadaju kardanske osovine, polu-osovine i zglobovi.

Prijenos okretnog momenta odvija se bez promjene veličine ako se zanemare mehanički gubici koje nije moguće izbjeći. Zadaci zglobnih prijenosnika su:

- prenijeti okretni moment s mjenjača na pogonski most, odnosno kotače
- omogućiti pomake vratila (aksijalne, radijalne i kutne)
- prigušiti torzijske vibracije.

Pogon na stražnje kotače i motorom sprijeda (sl. 21) – okretni moment motora prenosi se preko spojke i mjenjača na kardansku osovinu. S njega se okretni moment preko diferencijala na stražnjoj osovini prenosi na polu-osovine i zglobove stražnjih kotača.

Prednji pogon/motor sprijeda i stražnji pogon/motor straga - ovo je kompaktnija konstrukcija jer nema kardanske osovine. Diferencijal se nalazi u kućištu mjenjača, i s njega se okretni moment prenosi preko sinkroni zglobova i polu-osovina na kotače.



Slika 21. tok snage kod vozila s naprijed postavljenim motorom i stražnjim pogonom

### **6.1. Kardanski prijenos**

Kardanski prijenos služi za prijenos snage, odnosno momenta okretanja između pojedinih razmaknutih pogonskih sklopova vozila koji nisu međusobno kruto vezani, ili im se osi osovine ne poklapaju, ili je međusobni položaj sklopova promjenljiv.

Kardanski prijenos ugrađuje se u vozila s naprijed postavljenim motorom (Frontmotor) i stražnjim pogonom, kao i u vozila s pogonom na sve kotače. Dijelovi kardana su:

- vilica s prirubnicom
- križ kardana
- klizna spojka (žljebasta osovina)
- vilica s kardanskom osovinom.

Uslijed pregibanja kardanskoj se osovini mijenja dužina, pa se mora ugraditi klizna spojka ili kakav elastični element.

U vozila s nezavisnim ovjesom i velikim razmakom između mjenjača i diferencijala, ugrađuje se dvodijelna kardanska osovina s među-ležajem koji omogućuje elastično ovješeno i kutne pomake osovine. Među-ležaj je pričvršćen na karoseriju vozila i, radi sprječavanja prijenosa buke, odvojen je gumenim amortizerom. Dvodijelnom kardanskom osovinom smanjuju se vibracije i postiže se mirniji rad.

### **6.2. Poluosovine**

Poluosovine su pogonska vratila koja prenose okretni moment s diferencijala do pogonskih kotača. Ugrađuju se u vozila kako sa zavisnim tako i s nezavisnim ovjesom. Za vrijeme vožnje polu-osovine su opterećene silama koje su nastale:

- prijenosom vučne sile
- kočenjem
- kretanjem vozila u zavoju
- uslijed nagiba ceste i bočnog vjetrova
- neravnim terenom.

U kojoj će mjeri polu-osovine biti naprezane gornjim silama ovisi o konstrukciji nošenja, pa razlikujemo:

- opterećenu polu-osovinu – preuzima sve sile
- polu-opterećenu – preuzima sve sile, ali u manjem iznosu
- neopterećenu – naprezana je samo momentom okretanja.

Konstrukcija polu-osovina uglavnom ovisi o tome jesu li pogonski kotači i upravljani. Ako su kotači upravljani polu-osovine imaju sinkron zglobove (tzv. homokinetičke zglobove).

U vozilima sa zavisnim ovjesom i kotačima polu-osovine mogu biti i bez zglobova ako se radi o krutim osovinama (pogonskom mostu, kućište diferencijala ujedno je i pogonski most). Tada govorimo o krutim polu-osovinama. Međutim, kad je diferencijal učvršćen na karoseriju polu-osovine moraju imati zglobove: za male kutne pomake zglobovi su asinkroni (npr. kardanski zglobovi), a za velike moraju biti sinkroni.

### **6.3. Zglobovi**

Zglobovi mogu biti:

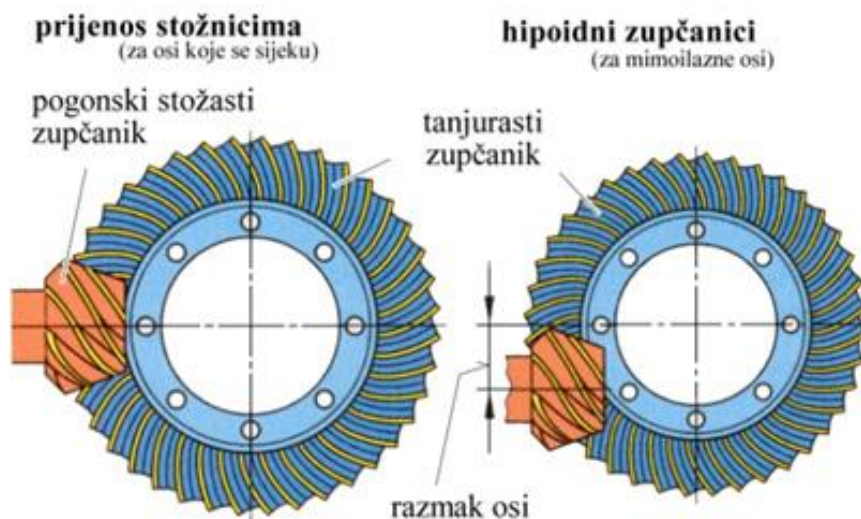
- asinkroni ili jednostavni (križni-kardanski i elastični) – karakteristika asinkronih zglobova je periodička promjenljivost kutne brzine izlaznog vratila. Jednostavne su konstrukcije i imaju nižu cijenu. Najviše primjenjivana konstrukcija je kardanski zglob
- sinkroni ili homokinetički - složeni (dva kardanska zglobova) i specijalni.



## 7. ZAGONSKI PRIJENOSNIK

Prijenos snage za pogon kotača izvodi se redovito pomoću zupčanika čiji prijenosni omjer odgovara stalnom prijenosnom omjeru vozila. Zadaci zagonskih prijenosnika su:

- prenijeti i povećati okretni moment – okretni moment iz mjenjača mora se povećati kako bi motor mogao svladati sve otpore vožnje
- sniziti broj okretaja – konstantnim prijenosnim omjerom snizuje se broj okretaja na potrebnu veličinu (prijenosni omjer kreće se između 3 i 17)
- skrenuti tok snage – ako je motor postavljen u uzdužnoj osi vozila tok snage mora se skrenuti za  $90^\circ$  jer pogonske osovine uvijek leže okomito na uzdužnu os vozila. Skretanje se izvodi stožnicima ili pužnim prijenosom. U vozila s poprečno postavljenim motorom nije potrebno skretanje snage.



Slika 22. zagonski prijenosnici sa stožnicima

Zagonski prijenosnici mogu biti:

- čelnici – motor je postavljen poprečno na uzdužnu os vozila i nalazi se iznad pogonskih kotača (bilo pred-nji bilo stražnji pogon)
- stožnici – mogu imati spiralno i hipoidno ozubljenje. Koriste se kod uzdužno postavljenih motora (motor naprijed/pogon straga)
- pužni.

Prema veličini stalnog prijenosnog omjera (između 3 i 17) razlikujemo jednostepene i dvostepene prijenosnike.

U jednostepenih prijenosnika, kod kojih se osi pogonske i gonjene osovine sijeku, upotrebljavaju se stožnici.

Ako se osi mimoilaze, izvodi se zagon hipoidnim ozubljenjem.

## 8. DIFERENCIJAL

Diferencijal se ugrađuje kako bi se omogućio prijenos okretnog momenta i pri različitim brzinama vrtnje pogonskih kotača. Razlika u kutnim brzinama javlja se:

- pri kretanju vozila u krivini
- na neravnoj podlozi
- pri različitim promjerima kotača (statički – različiti promjeri pneumatika, dinamički – zbog različitog tlaka, pohabanosti ili opterećenja).

U svim ovim slučajevima razlika u kutnim brzinama je nastala zbog toga što kotači moraju u istom vremenu prijeći različite puteve (odnosno, isti put, ali s različitim promjerom).

Osnovni zadatak diferencijala je povećati i prenijeti okretni moment i pri različitim kutnim brzinama pogonskih kotača, tj. on mora:

- izjednačiti različite brzine vrtnje pogonskih kotača – kotači pogonske osovine ne smiju biti spojeni na jednu osovinu, jer bi zbog različitih brzina vrtnje kotača došlo do lomova ili klizanja jednog od kotača
- ravnomjerno razdijeliti okretne momente na pogonske kotače bez obzira na razliku u brzinama vrtnje kotača. Veličina okretnog momenta određena je kotačem koji ima lošije držanje s podlogom.

Mehanizmi za izjednačenje mogu biti:

- s konusnim zupčanicima (stožnicima)
- s čeonim zupčanicima (čelnicima. Ova je izvedba rijetka)
- pužnim prijenosom (ugrađuju se u 4WD vozila kao razvodni mjenjači sa samokočnim djelovanjem – TorSen diferencijali).

### 8.1. Diferencijal sa stožnicima

Mali stožasti zupčanik pogoni tanjurasti zupčanik spojen s kućištem diferencijala. Unutar kućišta diferencijala nalaze se slobodno okretljivi stožnici za izjednačenje

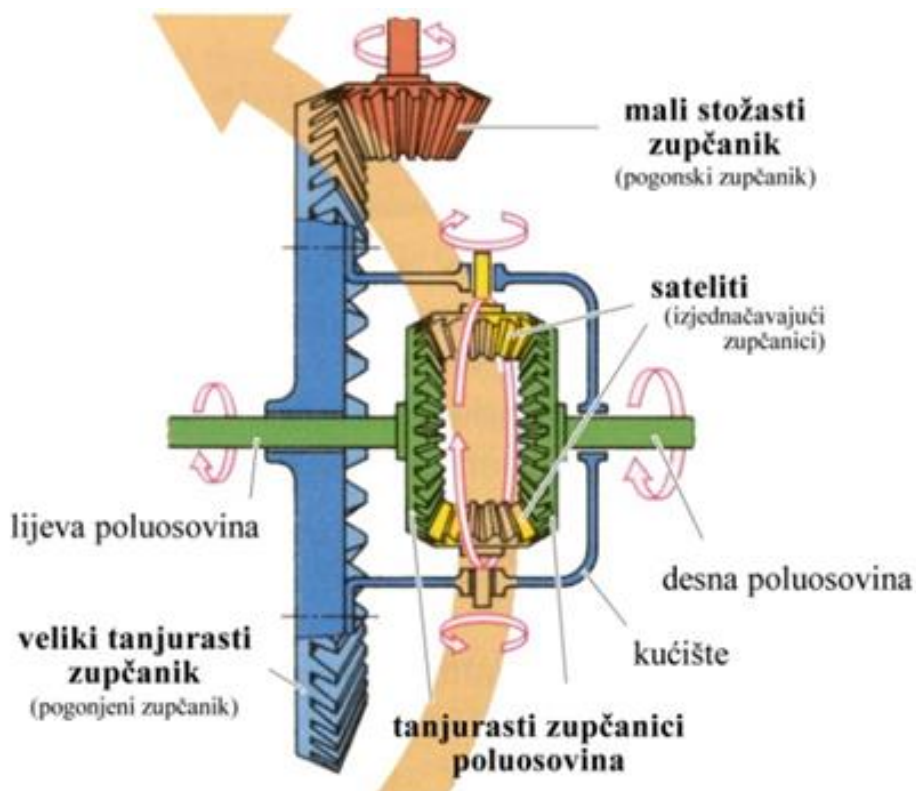
(sateliti ili trkači) uzubljeni sa stožnicima polu-osovina (malim tanjurastim zupčanicima).

Vožnja po pravcu - oba pogonska kotača okreću se jedna-kim brojem okretaja, pa tako i stožnici polu-osovina. Kako s obje strane djeluju jednake sile, sateliti ne mogu rotirati oko svojih osi, već se okreću zajedno s kućištem.

Jedan kotač zakočen, drugi se slobodno okreće - zakoči li se jedna od polu-osovina, druga se unatoč tome može okretati, jer se u tom slučaju sateliti okreću oko svojih osi i kotrljaju po stožniku zakočene polu-osovine. Razlika u brzinama vrtnje kotača time je izjednačena: slobodno okretljivi kotač rotira dvostruko većom brzinom u odnosu na tanjurasti zupčanik.

Kako slobodno okretljivi kotač ne prenosi nikakav okretni moment, to ni zakočeni ne može prenijeti ništa: vozilo stoji u mjestu.

Vožnja u zavoju - gibanjem vozila u zavoju unutrašnji kotač prevaljuje kraći put, pa se pojavljuje razlika u brzinama lijevog i desnog kotača. Sateliti počinju rotirati oko svojih osi čime izjednačuju razliku u kutnim brzinama pogonskih kotača. Oba kotača prenose jednake momente okretanja: veličinu okretnog momenta određuje kotač s lošijom trakcijom.



Slika 23. diferencijal sa stožnicima

## 8.2. Diferencijali s blokadom

Diferencijali s blokadom (diferencijali s mehanizmom za kočenje) mogu spriječiti izjednačenje razlike brzina vrtnje između:

- kotača jedne osovine (tzv. poprečna blokada)
- razvodnih mjenjača na zasebnim pogonskim osovinama (uzdužna blokada).

Veličina okretnog momenta kod diferencijala s blokadom određena je kotačem s boljim prijanjanjem (veća trakcija ili bolje držanje).

Obični diferencijal, bez blokade, otkriva svoj nedostatak kad jedan od pogonskih kotača izgubi trakciju: tada diferencijal i drugom kotaču dodijeli jednak okretni moment – nulu. Diferencijal s blokadom dodjeljuje veći okreni moment upravo kotaču s boljim prijanjanjem. Veličina okretnog momenta koja će se dodijeliti tom kotaču određena je kočnim brojem ugrađenog mjenjača i njegovom trakcijom.

## 9. ZAKLJUČAK

Kroz rad je prikazan modela rada motornih vozila, definirajući na početku rada na koji način se prenosi snaga s motora na pogonske kotače, te kakve sve pogone imamo kod vozila. Predočeni su opći podaci o prijenosu snage te je u samom uvodnom dijelu opisan povijesni put razvoja motornih vozila. Također, da bismo razumjeli što prijenos snage podrazumijeva neophodno je bilo proučiti sastavne dijelove sustava za prijenos snage koji se nalazi u svakom vozilu. Izvedbu transmisije smo detaljno opisati kao i sve njene sastavne elemente.

Najgrublja podjela je ona na osnovu raspodjele snaga motora na kotače. Kod cestovnih vozila razlikujemo pogone na stražnje kotače, prednje kotače te pogon na sve kotače, što je detaljno opisano. Transmisija motornog vozila podrazumijeva prijenos okretnog momenta motora na pogonske kotače, a transformirati će ga po veličini i smjeru djelovanja. Načelno se transmisija sastoji od spojke, mjenjača, glavnog prijenosnika, diferencijala i vratila pogonskih kotača. Svi ovi elementi su neophodni za uspješan prijenos snage kod motornih vozila.

U radu smo vidjeli da ima vrlo mnogo rješenja za pojedini element te svaki primjer ima svoje beneficije, ali i loše strane. Naravno, izmjene i poboljšanja su svakodnevna težnja kako velikih industrija tako i kupaca stoga je progresivni rast i razvoj vrlo važan za ovu gospodarsku granu, a aktivnosti k poboljšanju vrlo su često predmetom špijunaže i rivalstva.

## LITERATURA

### Knjige:

[Zavada, J. : Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2000.

[Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište, Zagreb 2006.

### Internetske stranice:

[<http://arhiva.autonet.hr/prijenos-snage-ii>, 25.03.2019.

[[http://autoportal.hr/clanak/dobro\\_je\\_znati\\_diferencijal\\_preciznije\\_diferencijalni\\_prijenosnik\\_](http://autoportal.hr/clanak/dobro_je_znati_diferencijal_preciznije_diferencijalni_prijenosnik_), 25.03.2019.

## POPIS SLIKA

Slika 1. transmisija vozila, stražnji pogon .....	4
Slika 2. stražnji pogon, motor straga .....	5
Slika 3. središnje smješten motor .....	6
Slika 4. motor ispod poda .....	6
Slika 5. prednji pogon .....	8
Slika 6. terensko vozilo s pogonom 4WD .....	9
Slika 7. hibridni pogon .....	9
Slika 8. Konstrukcija tarne spojke s jednim tanjurom .....	11
Slika 9. centralno vođeni potisnik .....	12
Slika 10. spojka sa zavojnim oprugama .....	13
Slika 11. Suha spojka s tanjurastom oprugom .....	14
Slika 12. spojka s tanjurastom oprugom, isključena .....	15
Slika 13. izvedbe potisnih ležajeva .....	16
Slika 14. Spojka s dva tanjura .....	17
Slika 15. Spojke s lamelama .....	18
Slika 16. hidrodinamička spojka .....	21
Slika 17. elektromagnetska spojka .....	22
Slika 18. istoosni i raznoosni mjenjači .....	25
Slika 19. jednostavni planetarij .....	27
Slika 20. hidrodinamički pretvarač okretnog momenta .....	28
Slika 21. tok snage kod vozila s naprijed postavljenim motorom i stražnjim pogonom.....	30
Slika 22. zagonski prijenosnici sa stožnicima .....	33
Slika 23. diferencijal sa stožnicima .....	37